



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO 3

EVALUACIÓN MULTICRITERIO.

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS AHP Y PRES

Estudio de mejora del enlace de la V-23, en su P.K. 4+200,
con la A-23 y la N-340, en el municipio de Sagunt (València)

Presentado por

Ruano Cachinero, Carlos

Para la obtención del

Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Curso: 2018/2019

Fecha: Valencia, junio 2019

Tutor: Ferrer Pérez, Vicente Melchor

Cotutor: Camacho Torregrosa, Francisco Javier



CONTENIDO

- MÉTODO AHP DE PONDERACIÓN DE CRITERIOS
 - Ponderación subjetiva de criterios
 - Comprobación de la consistencia
 - Obtención de los valores propios normalizados

- MÉTODO AHP PARA VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS
 - Capacidad
 - Reordenamiento del tráfico
 - Ampliabilidad

- MÉTODO PRES
 - Valoración del resto de alternativas
 - Matrices de dominación
 - Obtención Índice PRES

MÉTODO AHP DE PONDERACIÓN DE CRITERIOS

PONDERACIÓN SUBJETIVA DE CRITERIOS

	Capacidad	Presupuesto	Impacto-Emissiones	Impacto-MovT	Reordenamiento	Ampliabilidad
Capacidad	1.00	2.00	5.00	7.00	7.00	9.00
Presupuesto	0.50	1.00	4.00	6.00	7.00	8.00
Impacto-Emissiones	0.20	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00
Impacto-MovT	0.14	0.17	0.50	1.00	2.00	3.00
Reordenamiento	0.14	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00
Ampliabilidad	0.11	0.13	0.25	0.33	0.50	1.00
suma columnas	2.097	3.685	11.083	16.833	20.500	27.000

matriz/ suma columnas					
0.4769	0.5428	0.4511	0.4158	0.3415	0.3333
0.2385	0.2714	0.3609	0.3564	0.3415	0.2963
0.0954	0.0679	0.0902	0.1188	0.1463	0.1481
0.0681	0.0452	0.0451	0.0594	0.0976	0.1111
0.0681	0.0388	0.0301	0.0297	0.0488	0.0741
0.0530	0.0339	0.0226	0.0198	0.0244	0.0370
1	1	1	1	1	1

COMPROBACIÓN DE CONSISTENCIA

Suma filas
2.5615
1.8650
0.6668
0.4266
0.2895
0.1907

Matriz x Media / ssff/n
6.3846
6.3939
6.1939
6.0669
6.0056
6.0937
6.1898

OBTENCIÓN DE LOS VALORES PROPIOS NORMALIZADOS

Matriz x Matriz (1)						suma total	Suma filas	ssff/s.total
6.0	8.5	26.1	42.5	61.5	89.0		233.6	0.433
4.5	6.0	17.8	29.7	45.5	68.5		172.0	0.319
1.7	2.2	6.0	9.7	15.2	23.8		58.5	0.108
1.1	1.4	3.8	6.0	9.2	14.6		36.1	0.067
0.7	1.0	2.7	4.2	6.0	9.3		23.9	0.044
0.5	0.7	1.9	2.9	4.1	6.0		16.0	0.030
						suma total	540.1547619	1

Matriz x Matriz (2)							Suma filas	ssff/s.total
249.5	338.3	961.0	1537.1	2273.6	3464.8		8824.2	0.433
180.6	245.3	697.6	1115.1	1646.5	2506.1		6391.3	0.314
62.3	84.7	241.3	386.1	569.8	866.2		2210.3	0.108
39.0	53.1	151.4	242.3	357.9	543.8		1387.5	0.068
26.4	35.8	102.2	163.7	242.1	368.3		938.5	0.046
17.8	24.1	68.5	109.7	162.5	247.4		629.8	0.031
suma total							20381.65126	1

Matrix x Matrix (3)						Suma files	ssff/s.total
364798.0	495248.5	1409931.5	2256349.9	3335181.1	5074867.0	12936376.0	0.433
264352.9	358885.1	1021716.9	1635079.3	2416857.7	3677527.0	9374418.9	0.314
91379.6	124057.0	353180.8	565204.4	835444.6	1271223.6	3240489.9	0.108
57332.1	77834.1	221587.9	354613.1	524163.9	797574.4	2033105.6	0.068
38753.2	52611.3	149780.4	239697.9	354304.9	539115.2	1374262.9	0.046
26008.2	35308.6	100520.7	160866.2	237781.5	361812.1	922297.3	0.031
suma total						29880950.61	1

Matriz x Matriz (...)						Suma filas	ssff/s.total
7.83E+11	1.06E+12	3.03E+12	4.85E+12	7.16E+12	1.09E+13	2.78E+13	43.3%
5.68E+11	7.71E+11	2.19E+12	3.51E+12	5.19E+12	7.90E+12	2.01E+13	31.4%
1.96E+11	2.66E+11	7.58E+11	1.21E+12	1.79E+12	2.73E+12	6.96E+12	10.8%
1.23E+11	1.67E+11	4.76E+11	7.62E+11	1.13E+12	1.71E+12	4.37E+12	6.8%
8.32E+10	1.13E+11	3.22E+11	5.15E+11	7.61E+11	1.16E+12	2.95E+12	4.6%
5.59E+10	7.58E+10	2.16E+11	3.45E+11	5.11E+11	7.77E+11	1.98E+12	3.1%
suma total						6.41721E+13	1

MÉTODO AHP PARA VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS SEGÚN SU CAPACIDAD

VALORACIÓN SUBJETIVA DE ALTERNATIVAS

	ALT5	ALT7	ALT8	ALT0	-	-
ALT5	1.00	2.00		1.50	9.00	-
ALT7	0.50	1.00		0.67	8.00	-
ALT8	0.67	1.50		1.00	8.50	-
ALT0	0.11	0.13		0.12	1.00	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma columnas	2.278	4.625		3.284	26.500	0.000

matriz/ suma columnas				
0.4390	0.4324	0.4567	0.3396	-
0.2195	0.2162	0.2030	0.3019	-
0.2927	0.3243	0.3045	0.3208	-
0.0488	0.0270	0.0358	0.0377	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
1	1	1	1	-

COMPROBACIÓN DE CONSISTENCIA

	0
	1.6678
	0.9406
	1.2422
	0.1494
-	
-	

n
4

	0
	0.4169
	0.2352
	0.3106
	0.0373
-	
-	

Matriz x Media	
	1.6892
	0.9494
	1.2587
	0.1496
-	
-	

Matriz x Media / ssff/n
4.0512
4.0374
4.0528
4.0063
-
-
4.0369

valor aleatorio para CR	0.9
CRITERIO (CR MAX)	9%
CI	0.012312838
CR	1.37%

OBTENCIÓN DE LOS VALORES PROPIOS NORMALIZADOS

Matriz x Matriz (1)						Suma filas	ssff/s.total
4.0	7.4	5.4	46.8	-	-	63.5	0.418
2.3	4.0	3.0	26.2	-	-	35.5	0.234
3.0	5.4	4.0	35.0	-	-	47.4	0.312
0.4	0.6	0.5	4.0	-	-	5.5	0.036
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
suma total						152.0	1

Matriz x Matriz (2)						Suma filas	ssff/s.total
66.5	118.4	88.1	755.7 -	-		1028.8	0.418
37.3	66.5	49.5	424.3 -	-		577.6	0.234
49.5	88.2	65.6	562.7 -	-		766.1	0.311
5.9	10.5	7.8	66.9 -	-		91.1	0.037
-	-	-	-	-		-	-
-	-	-	-	-		-	-
suma total						2463.6	1

Matriz x Matriz (3)					Suma filas	ssff/s.total
17658.4	31449.5	23401.3	200685.7 -	-	273194.9	0.418
9913.4	17655.8	13137.5	112665.1 -	-	153371.8	0.234
13149.9	23419.9	17426.6	149447.4 -	-	203443.8	0.311
1563.6	2784.8	2072.1	17770.2 -	-	24190.7	0.037
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma total					654201.1	1

Matriz x Matriz (...)					Suma filas	sfff/s.total
1.25E+09	2.22E+09	1.65E+09	1.42E+10	-	1.93E+10	41.8%
6.99E+08	1.24E+09	9.26E+08	7.94E+09	-	1.08E+10	23.4%
9.27E+08	1.65E+09	1.23E+09	1.05E+10	-	1.43E+10	31.1%
1.10E+08	1.96E+08	1.46E+08	1.25E+09	-	1.71E+09	3.7%
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma total					46128298571	1

MÉTODO AHP PARA VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS SEGÚN EL REORDENAMIENTO DEL TRÁFICO

VALORACIÓN SUBJETIVA DE ALTERNATIVAS

	ALT5	ALT7	ALT8	ALT0	-	-
ALT5	1.00	0.14		0.25	2.00	-
ALT7	7.00	1.00		5.00	8.00	-
ALT8	4.00	0.20		1.00	4.00	-
ALT0	0.50	0.13		0.25	1.00	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma columnas	12.500	1.468		6.500	15.000	0.000

matriz/ suma columnas				
0.0800	0.0973	0.0385	0.1333	-
0.5600	0.6813	0.7692	0.5333	-
0.3200	0.1363	0.1538	0.2667	-
0.0400	0.0852	0.0385	0.0667	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
1	1	1	1	-

COMPROBACIÓN DE CONSISTENCIA

	0
	0.3491
	2.5438
	0.8768
	0.2303
-	
-	

n
4

0	0.0873
	0.6360
	0.2192
	0.0576
-	
-	

Matriz x Media
0.3481
2.8034
0.9258
0.2355
-
-

Matriz x Media / ssff/n	
	3.9880
	4.4082
	4.2236
	4.0906
-	
-	
	4.1776

valor aleatorio para CR	0.9
CRITERIO (CR MAX)	9%
CI	0.059209234
CR	6.58%

OBTENCIÓN DE LOS VALORES PROPIOS NORMALIZADOS

Matriz x Matriz (1)					Suma filas	ssff/s.total
4.0	0.6	1.7	6.1	-	12.4	0.077
38.0	4.0	13.8	50.0	-	105.8	0.656
11.4	1.5	4.0	17.6	-	34.5	0.214
2.9	0.4	1.3	4.0	-	8.5	0.053
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma total					161.1607143	1

Matriz x Matriz (2)						Suma filas	ssff/s.total
75.5	9.5	29.4	108.6	-	-	223.0	0.081
604.5	77.1	237.6	875.4	-	-	1794.6	0.651
197.7	25.0	77.8	284.4	-	-	584.9	0.212
51.4	6.5	20.0	74.2	-	-	152.1	0.055
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
suma total						2754.630867	1

Matrix x Matriz (3)						Suma files	ssff/s.total
22831.0	2888.5	8943.3	32938.8	-	-	67601.6	0.081
184150.4	23298.2	72135.8	265680.4	-	-	545264.8	0.652
60008.8	7592.0	23506.8	86575.8	-	-	177683.4	0.212
15576.2	1970.6	6101.5	22472.3	-	-	46120.7	0.055
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
suma total						836670.4514	1

Matriz x Matriz (...)						Suma filas	ssff/s.total
2.10E+09	2.66E+08	8.24E+08	3.03E+09	-	-	6.23E+09	8.1%
1.70E+10	2.15E+09	6.64E+09	2.45E+10	-	-	5.02E+10	65.2%
5.53E+09	6.99E+08	2.17E+09	7.97E+09	-	-	1.64E+10	21.2%
1.43E+09	1.82E+08	5.62E+08	2.07E+09	-	-	4.25E+09	5.5%
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
suma total						77063989891	1

MÉTODO AHP PARA VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS SEGÚN EL REORDENAMIENTO DEL TRÁFICO

VALORACIÓN SUBJETIVA DE ALTERNATIVAS

	ALT5	ALT7	ALT8	ALT0	-	-
ALT5	1.00	0.20		0.50	4.00	-
ALT7	5.00	1.00		3.00	8.00	-
ALT8	2.00	0.33		1.00	7.00	-
ALT0	0.25	0.13		0.14	1.00	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma columnas	8.250	1.658		4.643	20.000	0.000

matriz/ suma columnas				
0.1212	0.0000	0.0000	0.0000	-
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
1	1	1	1	-

COMPROBACIÓN DE CONSISTENCIA

--	--

OBTENCIÓN DE LOS VALORES PROPIOS NORMALIZADOS

Matriz x Matriz (1)					Suma filas	ssff/s.total
4.0	1.1	2.2	13.1	-	20.3	0.1
18.0	4.0	9.6	57.0	-	88.6	0.6
7.4	1.9	4.0	24.7	-	38.0	0.2
1.4	0.3	0.8	4.0	-	6.5	0.0
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma total					153.55	1

Matriz x Matriz (2)							Suma filas	ssff/s.total
69.8	17.3	38.0	219.2	-	-		344.2	0.1
295.9	73.7	161.0	929.7	-	-		1460.3	0.6
129.1	32.0	70.2	405.2	-	-		636.5	0.2
23.4	5.8	12.7	73.7	-	-		115.6	0.0
-	-	-	-	-	-		-	-
-	-	-	-	-	-		-	-
suma total							2556.571616	1

Matriz x Matriz (3)					Suma files	ssff/s.total
20011.0	4972.2	10882.4	62903.4 -	-	98769.0	0.1
84982.6	21115.8	46215.5	267137.5 -	-	419451.5	0.6
37014.8	9197.1	20129.5	116353.6 -	-	182694.9	0.2
6711.9	1667.7	3650.1	21098.5 -	-	33128.2	0.0
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma total					734043.5919	1

Matriz x Matriz (...)					Suma filas	ssff/s.total
1.65E+09	4.09E+08	8.96E+08	5.18E+09	-	8.13E+09	13.5%
7.00E+09	1.74E+09	3.81E+09	2.20E+10	-	3.45E+10	57.1%
3.05E+09	7.57E+08	1.66E+09	9.58E+09	-	1.50E+10	24.9%
5.53E+08	1.37E+08	3.01E+08	1.74E+09	-	2.73E+09	4.5%
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
suma total					60451980674	1

MÉTODO PRES DE VALORACIÓN

IMPACTO AMBIENTAL POR EMISIONES DEL TRÁFICO (C3)

		Emisiones (g/vh/km)	Importancia (€/tn)			m totales
CO2		175	70	ALT 5		8760
Nox		0.58	4000	ALT 7		7591
PM10		0.043	130000	ALT 8		8208
				ALT 0		10000

Coste emisiones (€/vh)				Coste total	Coste normaliz.
CO2	Nox	PM10			
ALT5	107310	20323.2	48968.4	176601.6	0.88
ALT7	92989.75	17611.12	42433.69	153034.56	0.76
ALT8	100548	19042.56	45882.72	165473.28	0.82
ALT0	122500	23200	55900	201600	1.00

IMPACTO AMBIENTAL POR MOVIMIENTO DE TIERRAS (C4)

		Coste	Mediciones totales (m3)			Coste total	Coste normaliz.
			Desmonte	Terraplen	Neto		
Desmonte		1					
Terraplén		1					
Neto	<0	-2					
	>0	1					

	Mediciones totales (m3)			Coste total	Coste normaliz.
	Desmonte	Terraplen	Neto		
ALT5	143254.7276	277587.9098	-134333.182	689509.0017	1.00
ALT7	217480.759	128693.656	88787.103	434961.518	0.63
ALT8	311979.516	161031.821	150947.695	623959.032	0.90
ALT0	0	0	0	0	0.00

VALORACIÓN ECONÓMICA (C2)

		Precio	Mediciones totales (m3)					Coste total	Coste normaliz.
			Desm (m3)	Terr (m3)	Hormig (m3)	Acero (kg)	MB (m3)		
Hormigón		100 €/m3							
Acero		1 €/kg							
MB		27 €/tn (2.5 tn/m3)							
Desmonte		2 €/m3							
Terraplén		4.5 €/m3							

	Mediciones totales (m3)					Coste total	Coste normaliz.
	Desm (m3)	Terr (m3)	Hormig (m3)	Acero (kg)	MB (m3)		
ALT5	143254.7276	277587.9098	21131.922	1690553.76	13612.037	6258213.507	1.00
ALT7	217480.759	128693.656	13117.138	1049371.04	13245.046	4269208.415	0.68
ALT8	311979.516	161031.821	20838.435	1667074.8	15593.01	6152048.702	0.98
ALT0	0	0	0	0	0	0	0.00

VALORACIONES SUBJETIVAS

	CAPACIDAD (C1)		REORDENAMIENTO (C5)		AMPLIABILIDAD (C6)	
	Valor prop	Valor norm.	Valor prop	Valor norm.	Valor prop	Valor norm.
ALT5	41.8%	1.00	8.1%	0.12	13.5%	0.24
ALT7	23.4%	0.56	65.2%	1.00	57.1%	1.00
ALT8	31.1%	0.74	21.2%	0.33	24.9%	0.44
ALT0	3.7%	0.09	5.5%	0.08	4.5%	0.08

MATRIZ DE VALORACIÓN

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
ALT5	1.00	1.00	0.88	1.00	0.12	0.24
ALT7	0.56	0.68	0.76	0.63	1.00	1.00
ALT8	0.74	0.98	0.82	0.90	0.33	0.44
ALT0	0.09	0.00	1.00	0.00	0.08	0.08

MÉTODO PRES DE VALORACIÓN

MATRICES DE DOMINACIÓN

ALT 5 DOMINA							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	SumaProd
ALT5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALT7	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
ALT8	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
ALT0	0.91	0.00	0.12	0.00	0.04	0.16	0.41

ALT 7 DOMINA							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	SumaProd
ALT5	0.00	0.32	0.12	0.37	0.88	0.76	0.20
ALT7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALT8	0.00	0.30	0.06	0.27	0.67	0.56	0.17
ALT0	0.47	0.00	0.24	0.00	0.92	0.92	0.30

ALT 8 DOMINA							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	SumaProd
ALT5	0.00	0.02	0.06	0.10	0.20	0.20	0.03
ALT7	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
ALT8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALT0	0.66	0.00	0.18	0.00	0.24	0.36	0.33

ALT 0 DOMINA							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	SumaProd
ALT5	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.38
ALT7	0.00	0.68	0.00	0.63	0.00	0.00	0.26
ALT8	0.00	0.98	0.00	0.90	0.00	0.00	0.37
ALT0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CÁLCULO ÍNDICE PRES

MATRIZ GLOBAL DE DOMINACIÓN TRASPUESTA (ALT j domina sobre ALT i)				
	ALT5	ALT7	ALT8	ALT0
ALT5	0.00	0.20	0.03	0.38
ALT7	0.19	0.00	0.08	0.26
ALT8	0.11	0.17	0.00	0.37
ALT0	0.41	0.30	0.33	0.00

RESULTADOS			
	ÍNDICE DOMINAC.	ÍNDICE DEBILID.	ÍNDICE PRES
ALT5	0.72	0.62	1.16
ALT7	0.67	0.53	1.28
ALT8	0.44	0.65	0.68
ALT0	1.01	1.04	0.97